

SERIOUS GAMES NA EDUCAÇÃO MÉDICA: ESTADO DA ARTE

 <https://doi.org/10.56238/sevenced2024.033-016>

Maria Fernanda Caboclo

Mestre em Ensino nas Ciências da Saúde
Instituição: Faculdade Pequeno Príncipe
Endereço: Curitiba - Paraná, Brasil
E-mail: mfcaboclo@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-6913-8526>

Izabel Cristina Meister Martins Coelho

Doutora em Clínica Cirúrgica
Instituição: Universidade Federal do Paraná
Endereço: Curitiba - Paraná, Brasil
E-mail: izabel.coelho@fpp.edu.br
Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-4904-0746>

Gabriela Eyng Possolli

Doutora em Educação
Instituição: Universidade Federal do Paraná
Endereço: Curitiba - Paraná, Brasil
E-mail: gabriela.possolli@escola.pr.gov.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6976-6838>

Edson Roberto Arpini Miguel

Doutor em Ciências - Ensino em Saúde
Instituição: Universidade Estadual de Campinas
Endereço: Curitiba - Paraná, Brasil
E-mail: edson.arpini@professor.fpp.edu.br
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8357-1110>

RESUMO

Serious games são jogos criados com a finalidade de alcançar um objetivo específico além do entretenimento. Para ser considerado um *serious game*, o jogo deve apresentar desafios, pontuação e design específicos. Para a efetivação deste estudo, optou-se pela revisão integrativa. Foram fontes de pesquisa as seguintes bases de dados: LILACS, IBECs, MEDLINE, Biblioteca Cochran, SciELO, PUBMED, sendo considerados artigos nos idiomas português e inglês, publicados entre janeiro de 2016 e março de 2020. O uso dos *serious games* na educação aumenta a satisfação do estudante e o ganho de conhecimentos quando comparado a metodologias tradicionais de ensino, aprimorando o desenvolvimento de habilidades práticas em um ambiente seguro, com graus de dificuldade progressivos, levando à interatividade e à competição. Nesse sentido, o uso das técnicas de gamificação mantém os estudantes motivados e engajados no processo de aprendizagem. Apesar das vantagens propagadas sobre o uso dos *serious games* para a educação médica, o seu desenvolvimento é complexo e há muitos empecilhos a serem transpostos. Apesar da vasta abrangência dos objetivos dos *serious games* para a educação médica, a qualidade desses jogos ainda é heterogênea, sendo necessária a criação de algoritmos para seu desenvolvimento, validação e distribuição.



Palavras-chave: Ensino em saúde. Ambientes virtuais de aprendizagem. Simulação médica. Técnicas educacionais.

1 INTRODUÇÃO

Serious games são jogos criados com a finalidade de alcançar um objetivo específico além do entretenimento. Para ser considerado um serious game, o jogo deve apresentar desafios, pontuação e design específicos (Wang et al., 2016). Com o uso de novas tecnologias – vários tipos de consoles específicos para jogos, smartphones e tablets – eles podem levar o jogador/profissional médico a ambientes que desafiam seus conhecimentos e sua capacidade cognitiva. Inicialmente usados para o treinamento de habilidades específicas, esses jogos eram direcionados a um público também específico.

A popularização dos jogos entre pessoas “não adeptas” e o desenvolvimento das tecnologias mencionadas levou ao surgimento de um mercado diversificado para os serious games. Observam-se, atualmente, jogos com diversos graus de complexidade e simulação realística, nos quais o jogador/aluno desempenha os mais diferentes papéis, variando desde os jogos mais simples do tipo arcade até jogos em que o jogador desempenha um papel em primeira pessoa a fim de alcançar um objetivo de aprendizado específico.

Acredita-se que o uso de serious games na educação aumenta a satisfação do estudante e o ganho de conhecimentos quando comparado a metodologias tradicionais de ensino (Davids; Chikte; Halperin, 2011; Gleason, 2015). Eles podem ser usados para o desenvolvimento de habilidades práticas em um ambiente seguro, com graus de dificuldade progressivos, levando à interatividade e à competição. O uso das técnicas de gamificação, assim, mantém os estudantes motivados e engajados no processo de aprendizagem. Além disso, a possibilidade de jogar de acordo com sua própria disponibilidade, a possibilidade de repetição dos processos e o feedback em tempo real, princípios fundamentais nas teorias de educação de adultos, estão presentes em tais jogos.

A despeito do entusiasmo com o uso dos serious games na educação médica, pesquisas recentes apontam a necessidade de melhor avaliar suas bases pedagógicas nos aspectos de criação e desenvolvimento, a fim de garantir a efetividade pedagógica.

O objetivo estruturante desta revisão integrativa foi avaliar artigos científicos publicados entre janeiro de 2016 e março de 2020, em português e inglês, sobre o uso e desenvolvimento de serious games na educação médica. A busca de artigos foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2020 na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a efetivação deste estudo, optou-se pela revisão integrativa, sendo suas etapas desenvolvidas conforme o referencial teórico de Souza, Silva e Carvalho (2010), baseado em cinco fases. Foi utilizado o método População (ou Problema), Conceito e Contexto (PCC) para identificar os principais dados para análise (Peters et al., 2020): o problema foi a necessidade de criação de novas

ferramentas pedagógicas que levem à aquisição de conhecimentos necessários para as boas práticas médicas; o conceito foi a necessidade de treinamento de estudantes de graduação e pós-graduação em ambientes seguros; por fim, o contexto foi o ensino médico associado a uma prática pedagógica, padronizando os treinamentos e estimulando a aquisição de conhecimentos específicos. Assim, elaborou-se a seguinte questão norteadora: sobre o que versam os estudos dos últimos quatro anos relativos ao uso e desenvolvimento de serious games para a educação médica?

3 METODOLOGIA

Por meio dessa questão, buscou-se compreender como as publicações relacionadas ao uso desses jogos na educação médica desenvolvem a temática, elencando categorias e subtemas trabalhados e detalhando a abrangência dada ao tema pela literatura, a fim de compreender seu uso como instrumento pedagógico. Esta revisão foi registrada na plataforma Open Science Framework (OFS), sendo possível consultar seu registro público neste link.

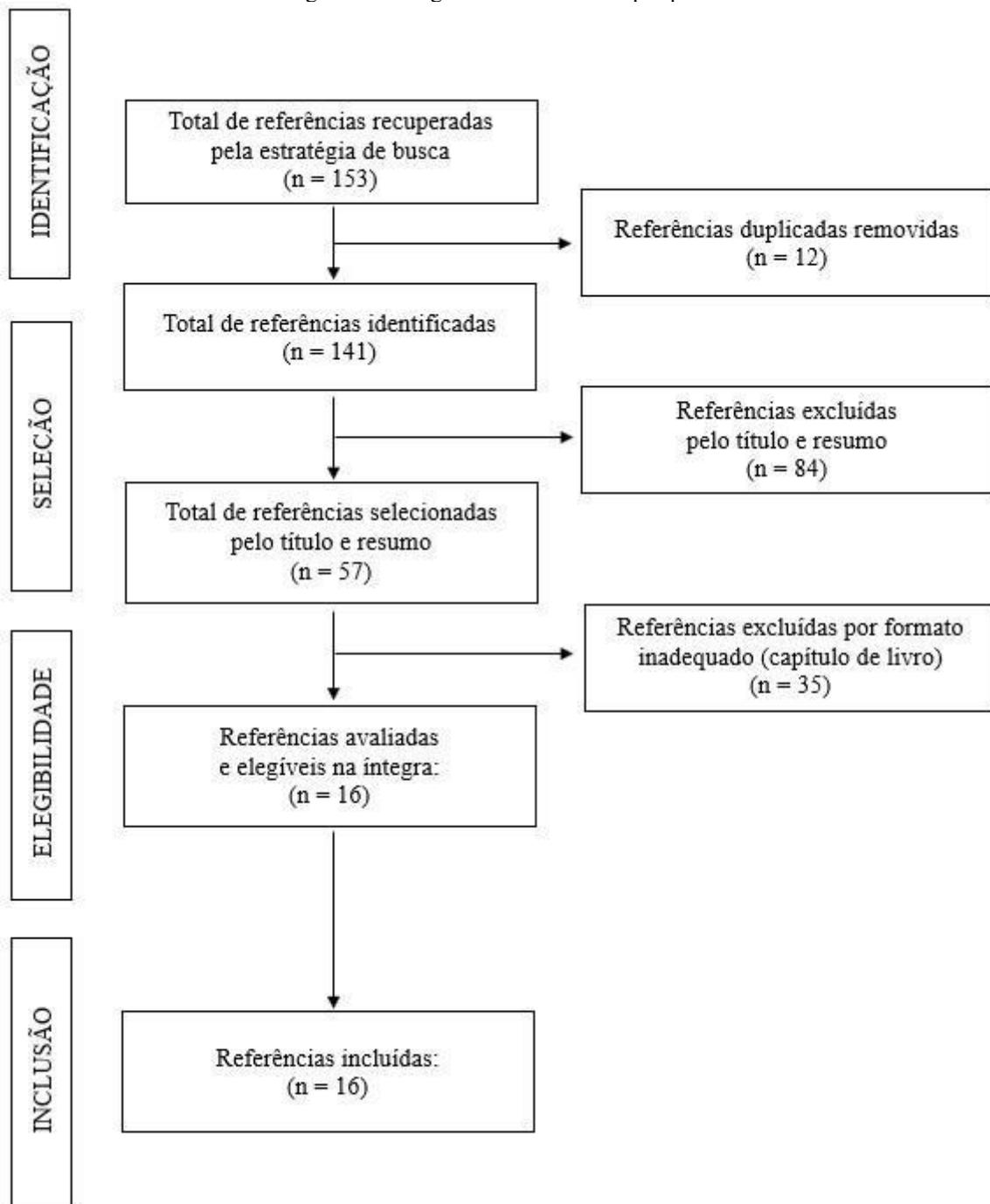
Os critérios de inclusão para este estudo foram os seguintes: artigos completos relacionados ao tema, disponíveis nos idiomas português e inglês e publicados entre janeiro de 2016 e março de 2020. Já os critérios de exclusão, por sua vez, são: teses e dissertações; artigos em outros idiomas que não o português e inglês; artigos publicados antes de 2016 e depois de março de 2020; redundâncias e conteúdos não relacionados ao tema.

A busca de artigos foi realizada entre os meses de outubro e novembro de 2020 na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), um centro especializado da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). Estabelecida no Brasil desde 1967, a biblioteca congrega as seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Índice Bibliográfico Espanhol de Ciências da Saúde (IBECS), Literatura Internacional em Ciências da Saúde (MEDLINE), Biblioteca Cochrane e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Outra base consultada é a PUBMED, da Biblioteca Nacional de Medicina (Centro Nacional para Informação em Biotecnologia) dos Estados Unidos, que inclui mais de 30 milhões de citações de literatura biomédica e as publicações da MEDLINE, além de jornais científicos não indexados e livros online. Para a busca dos artigos, foram usados os seguintes descritores abrangentes: “jogos sérios”, “educação médica”, “serious games” e “medical education”.

Foram encontrados 153 referências ao todo; entre estes, 12 foram removidos por duplicidade, restando 141 referências identificadas. Em seguida, 84 foram excluídas a partir do título e resumo, com 57 documentos preenchendo devidamente os critérios de inclusão para esta revisão. Na etapa seguinte, 35 foram excluídos devido à inadequação de formato. Por fim, 16 artigos foram avaliados na íntegra pela equipe de pesquisa, com o levantamento de categorias a fim de buscar os pontos de convergência

entre os diversos autores, conforme apresentam a Figura 1 (Fluxograma de desenho da pesquisa) o Quadro 1 (Artigos selecionados para a 2ª fase: leitura detalhada).

Figura 1. Fluxograma de desenho da pesquisa



Fonte: elaborado pelos autores.



Quadro 1. Artigos selecionados para a 2ª fase: leitura detalhada.

N.	TÍTULO	AUTORES	ASSUNTO	PERIÓDICO
1	Making Learning Fun: Gaming in Radiology Education	Awan <i>et al.</i>	Uso de games na residência de radio, tipos de games usados, uso de IA. Desafio do uso de games.	<i>Radiology Research Alliance</i>
2	Game-Based Learning in Virtual Worlds: A Multiuser Online Game for Medical Undergraduate Radiology Education with Second Life	Lorenzo-Alvarez <i>et al.</i>	Desenvolvimento de game para ensino de anatomia radiológica e sinais radiológicos. Avaliação da eficácia.	<i>American Association for Anatomy</i>
3	Transfer of Clinical Reasoning Trained With a Serious Game to Comparable Clinical Problems	Middeke <i>et al.</i>	Uso de <i>serious game</i> para treinamento clínico com pacientes virtuais. Avaliação da eficácia.	<i>Society for Simulation in Healthcare</i>
4	A serious virtual reality game to train spatial cognition for medical ultrasound	Byl, B.; Suckean, M.; Teistler, M.	Uso de <i>serious game</i> para ensino de resolução espacial para ultrassom médico num contexto não médico.	<i>Institute of Electric and Electronic Engineers</i>
5	Efficacy of educational video game versus traditional educational apps at improving physician decision making in trauma triage: randomized controlled trial	Mohan, D. <i>et al.</i>	Uso de <i>serious game</i> X APP para ensino de condutas na triagem de trauma.	<i>BMJ</i>
6	Serious Games in Surgical Medical Education: Virtual Emergency Department as a Tool for Teaching Clinical Reasoning to Medical Students	Chon, S-H. <i>et al.</i>	Eficácia de um <i>serious game</i> (EMERGE) para treinamento de estudantes em emergência e avaliação da satisfação.	<i>JMIR Serious Games</i>
7	Serious Games as an educational strategy for management and leadership development in post-graduate medical education	Busari, J. O.; Yaldiz, H.; Versteegen, D.	Investiga opiniões de residentes sobre <i>serious games</i> para treinamento de habilidades gerenciais e liderança.	<i>Advances in Medical Education and Practice</i>
8	Serious Games for health: three steps forwards	Drummond, D.; Hadchouel, A.; Tesnière, A.	Desenvolvimento, estratégias para aumento da eficácia, avaliação dos <i>serious games</i> na educação médica.	<i>Advances in Simulation</i>
9	A low-fidelity Serious Game for medical-based cultural competence education	Khan, Z.; Kapralos, B.	Desenvolvimento de um <i>serious game</i> para educação médica priorizando a diferenças culturais dos pacientes.	<i>Health Informatics Journal</i>
10	Diagnostic Markers of User Experience, Play, and Learning for Digital Serious Games: A Conceptual Framework Study	Tan, J. W.; Zeng, N.	Critérios para classificação de um jogo como <i>serious game</i> .	<i>JMIR Serious Games</i>
11	Evaluation of App-Based Serious Gaming as a Training Method in Teaching Chest Tube Insertion to Medical Students: Randomized Controlled Trial	Haubruck, P. <i>et al.</i>	Avaliação da eficácia de um <i>serious game</i> no ensino de drenagem de tórax para estudantes de medicina.	<i>J Med Internet Res</i>
12	AntibioGame®: A Serious Game for teaching medical students about antibiotic use	Tsopra, R. <i>et al.</i>	Desenvolvimento e avaliação da usabilidade e jogabilidade de <i>serious game</i> no ensino de prescrição ATB.	<i>International Journal Medical Informatics</i>
13	InsuOnline, an Electronic Game for Medical Education on Insulin Therapy: A Randomized Controlled Trial With Primary Care Physicians	Diehl, L. <i>et al.</i>	Avaliação da eficácia de um <i>serious game</i> para educação médica de não endocrinologistas a respeito do uso de insulina.	<i>J Med Internet Res.</i>
14	Creating GridlockED: A Serious Game for Teaching multiple patients management	Tsoy, D. <i>et al.</i>	Desenvolvimento de um <i>serious game</i> para ensino de múltiplos pacientes simultaneamente.	<i>Academic Medicine</i>
15	Serious Game versus online course for pre training medical students before a simulation-based mastery learning course on cardio-pulmonary resuscitation	Drummond, D. <i>et al.</i>	Comparação entre a eficácia de um <i>serious game</i> e a aula online antes do curso presencial de manejo de PCR.	<i>Eur J Anaesthesiol.</i>
16	Development and Evaluation of a Serious Game for Teaching ICD-10 Diagnosis Coding to Medical Students	Agudelo-Londoño, S. <i>et al.</i>	Avaliação da eficácia pedagógica de um <i>serious game</i> (CODIFICO) no ensino de CID-10 para estudantes de medicina.	<i>Games For Health Journal</i>

Fonte: elaborado pelos autores.

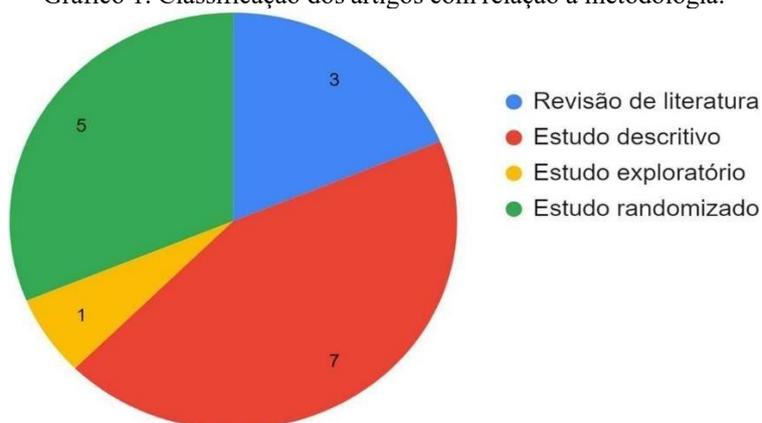
Conforme demonstrado no Quadro 1, 16 artigos avançaram para a fase final, pautada na análise das categorias, considerando-se a seguinte divisão baseada no período de publicação: todos foram

publicados entre janeiro de 2016 a março de 2020; destes, 5 artigos são de 2017, 3 de 2018, 8 de 2019 e, por fim, 1 de 2020.

Todos os artigos foram redigidos em inglês e publicados nas seguintes revistas internacionais indexadas: *Radiology Research Alliance*; *American Association for Anatomy*; *Society for Simulation in Healthcare*; *Institute of Electric and Electronics Engineers*; *BMJ*; *JMIR Serious Games*; *Advances in Medical Education and Practice*; *Institute of Medical Education Research Rotterdam*; *Advances in Simulation*; *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*; *Health Informatics Journal*; *Games for Health Journal*; *Journal of Medical Internet Research*; *International Journal of Medical Informatics*; *Academic Medicine*; *European Journal of Anaesthesiology*.

O Gráfico 1 demonstra a classificação dos artigos analisados em relação às metodologias utilizadas, categorizadas da seguinte forma: pesquisa descritiva, pesquisa exploratória, estudo randomizado e revisão de literatura.

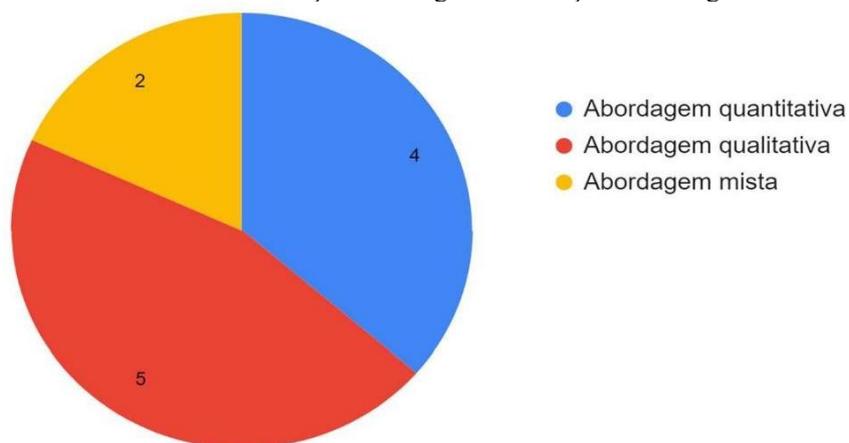
Gráfico 1. Classificação dos artigos com relação a metodologia.



Fonte: elaborado pelos autores.

Já a abordagem dos artigos foi dividida em três categorias, conforme o Gráfico 2: quantitativa, qualitativa e mista. Dos artigos escolhidos, cinco utilizaram a abordagem qualitativa na aferição da eficácia dos *serious games* no processo de aprendizagem; quatro utilizaram a abordagem quantitativa, sendo que estes se concentraram na avaliação da percepção do usuário (médico/estudante de medicina); por fim, dois deles utilizaram a abordagem mista, aferindo tanto a eficácia dos *serious games* como a percepção do usuário em relação a seu uso.

Gráfico 2. Classificação dos artigos com relação a abordagem.



Fonte: elaborado pelos autores.

Os artigos selecionados na terceira fase foram lidos na íntegra, e as fichas de avaliação foram preenchidas a fim de registrar os dados e os principais tópicos abordados nesses artigos, quais sejam os tópicos listados a seguir:

- gamificação e classificação de um jogo como serious game;
- desenvolvimento dos dispositivos;
- aferição da eficácia do serious game como ferramenta para aprendizagem;
- comparação da eficácia do uso dos serious games em relação a outros métodos de ensino.

Quadro 2. Descrição das categorias emergentes da análise dos artigos.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO DA CATEGORIA
Gamificação e classificação de um jogo como <i>serious game</i>	Definição dos requisitos necessários para a categorização de um dispositivo analógico ou eletrônico como <i>serious game</i>
Desenvolvimento dos dispositivos	Descrição do processo e dos programas e softwares utilizados para o desenvolvimento dos games
Aferição da eficácia do uso do <i>serious game</i> como ferramenta de aprendizagem	Uso de pré e pós-teste para aferição dos <i>serious games</i> como ferramenta de aprendizagem
Comparação da eficácia do uso dos <i>serious games</i> em relação a outros métodos de ensino	Avaliação da eficácia do uso dos <i>serious games</i> como ferramenta de ensino em comparação com outros métodos como a simulação

Fonte: elaborado pelos autores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CATEGORIA I: GAMIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE UM JOGO COMO SERIOUS GAMES

A primeira categoria identificada na revisão abordou os princípios básicos e requisitos necessários para a definição de um dispositivo analógico ou digital como serious game. Segundo os artigos abordados, existem alguns critérios que devem ser observados para a correta categorização nesse sentido, entre eles: um objetivo de aprendizagem específico (meta); a presença de regras (determinam as normas, restrições e ações permitidas ao jogador no processo do jogo); o feedback (o jogador recebe uma resposta para suas ações, seja por um sistema de pontuação ou pela permissão de

passagem para as próximas fases); e a liberdade de participar ou não do jogo (participação voluntária). Dos 16 artigos selecionados, 5 abordam o processo de gamificação.

Awan et al. (2019) (Artigo n. 1, Radiology Research Alliance)¹, citam o trabalho, realizado no MIND Research Institute², que descreveu os cinco princípios básicos da gamificação (Karou, 2018). Nesse artigo, os autores resumizam e adaptam os princípios básicos para a criação de um game voltado para a educação: interatividade com feedback informativo; objetivos específicos; sensação de aprimoramento com a possibilidade de alcançar os objetivos propostos; sensação de segurança (possibilidade de falhar em um ambiente seguro, livre de punições e engajamento).

O estudo de Alvarez et al. (2019) (Artigo n. 2, periódico da American Association for Anatomy) conceitua a gamificação como a aplicação de elementos de design de jogos em um contexto não lúdico (Brigham, 2015; Dichev; Dicheva, 2017; Van Roy; Zaman, 2017), com o intuito de levar aos estudantes um senso de cumprimento de dever ao aprender um conteúdo específico e de sucesso por meio do feedback (Brigham, 2017).

Drummond, Hadchouel e Tesniere (2017) (Artigo n. 8, Advances in Simulation) na descrevem a dificuldade de desenvolvimento de um serious game para a área médica, mostrando que o uso desses jogos deve ser mais efetivo para o grupo de estudantes classificado como extrinsecamente motivado, segundo a Teoria de Autodeterminação de Ryan e Deci (2000). Além disso, os autores sugerem meios para o desenvolvimento de serious games a partir dos quatros pilares da aprendizagem segundo o cognitivismo: atenção, participação ativa na aprendizagem, feedback e consolidação dos conhecimentos (Petersen; Posner, 2012).

Tan e Zary (2019) (Artigo n. 10, JMIR Serious Games) estabelecem critérios que devem ser observados em um jogo para que ele seja considerado um serious game –: experiência do jogador, jogabilidade e objetivo de aprendizagem – e avaliam a presença desses critérios em três serious games consagrados no meio médico: Touch Surgery, Dr. Game, Surgeon Trouble e Staying Alive. Esse artigo usa o sistema de categorização em oito etapas proposto por Jabareen (2009) para a devida classificação de um jogo como serious game.

Haubruck et al. (2018) (Artigo n. 11, Journal of Medical Internet Research) citam a primeira definição formal de serious games, feita por Abt (1987) em 1970. Nessa ocasião, eles foram definidos como jogos criados para a educação. Os autores do artigo informam que, desde então, múltiplas classificações, tanto baseadas no mercado quanto na finalidade do jogo, têm sido propostas. Nesse sentido, Sawyer (2002) redefiniu serious games baseando-se na conexão entre um sério propósito de conhecimento e a tecnologia dos videogames. Anos depois, Djaouti e Jessel (2011) estabeleceram uma nova classificação abrangente, que combinou a análise das dimensões "séria" e "jogo" em um modelo

¹ Os artigos serão identificados conforme a ordem de apresentação no Quadro 1 e a fonte de sua publicação.

² Instituição sem fins lucrativos criada para o aprimoramento do ensino da matemática. Fica localizada em Irvine, Califórnia (EUA).

de jogabilidade/propósito/escopo. Usando a classificação proposta por Djaouti (2011), os autores do artigo classificaram o Touch Surgery como um serious game que pode ser utilizado no treinamento de estudantes de medicina na realização de drenagem torácica.

4.2 CATEGORIA II: DESENVOLVIMENTO DO DISPOSITIVO

A segunda categoria definida tratou do processo de desenvolvimento dos Serious Games.

Entre os 17 artigos selecionados, 8 discorreram sobre este tema.

Awan et al. (2019) (Artigo n. 1) salientam a importância da interação da equipe médica (conhecimento clínico e especializado sobre os temas a serem abordados) com os profissionais de tecnologia da informação e programadores que serão os responsáveis pelo amplo funcionamento do serious game. Por se tratar de uma aplicação com um propósito específico, o desenvolvimento de um jogo desse tipo demanda o envolvimento de profissionais da área abordada. Considerando-se que os jogos analisados são voltados para a educação médica, é essencial a participação de profissionais de medicina na equipe de desenvolvimento. Estes devem auxiliar no delineamento do escopo do jogo, bem como apontar as maneiras mais adequadas para a abordagem dos conteúdos (Munro; Clark, 2013).

Lorenzo-Alvarez et al. (2019) (Artigo n. 2) citam as três teorias básicas da aprendizagem humana – o behaviorismo, o cognitivismo e o construtivismo – (Williamson et al., 2004) e o papel de cada uma delas no processo de criação do Jogo League of Rays, criado para o ensino de anatomia e sinais radiológicos para estudantes de medicina por meio de um cenário de realidade virtual previamente existente e já utilizado para o ensino médico, o Second Life, lançado pela Linden Research Inc. em 2003.

Byl, Suncksen e Teistler (2018) (Artigo n. 4, periódico do Institute of Electric and Electronic Engineers) descrevem o desenvolvimento de um serious game em um ambiente virtual com ênfase no processo de manipulação do transdutor do aparelho de ultrassonografia e no entendimento das relações espaciais na formação da imagem de ultrassonografia. Nesse artigo são descritos aspectos técnicos do desenvolvimento do jogo como o software utilizado (Unity 3D) e o dispositivo usado para sua execução (HTC Vive). Também é descrito o ambiente em que as ações do jogo são desenvolvidas (loja de brinquedos), seu objetivo (localizar caixas de brinquedos perdidas e dar um destino correto a estas, em um determinado tempo) e as formas de punição (fim do jogo após três erros) ou recompensa (pontuação).

Mohan et al. (2017) (Artigo n. 5, The BMJ) descrevem o desenvolvimento do Night Shift, um serious game que visa recalibrar o processo de tomada de decisões de forma imediata (heurística) na triagem de pacientes vítimas de traumatismos em serviços não especializados. Seu objetivo é reduzir a subestimação da gravidade das lesões, utilizando uma abordagem de narrativa engajada. O jogo parte de um conceito behaviorista e considera que o médico, inicialmente, avalia a gravidade da lesão para,

posteriormente, considerar as respectivas possibilidades de tratamento (Kahneman; Tversky, 2003; Sanfey et al., 2006). Também entende que o reconhecimento do padrão de lesão e sua condução está diretamente relacionada ao conceito de arquétipos, por meio do qual serão considerados graves os pacientes que preencherem determinados critérios amplamente conhecidos, enquanto os pacientes vítimas de injúrias menos comuns são subestimados em relação à gravidade de seu quadro clínico.

Khan e Kapralos (2017) (Artigo n. 9, Health Informatics Journal), descrevem o desenvolvimento de um serious game do tipo simulação, o Fydlyty, voltado ao ensino de competência cultural para o exercício da medicina. Seu objetivo é desenvolver a habilidade do profissional e das organizações médicas no sentido de entender e integrar os valores, crenças e comportamento de cada paciente. Estes, por sua vez, são determinados por vários fatores – raça, etnicidade, nacionalidade, idioma, classe social – e devem ser compreendidos para a melhor condução do tratamento do paciente. O jogo, criado por meio do framework de código aberto Django, utiliza o software Model View Controller e consiste em diálogos simulados entre o médico e o paciente virtual, que apresenta diferentes características e estados de humor. O artigo também destaca o conceito descrito por Gee (2003), segundo o qual os níveis iniciais de um jogo são como “tutoriais escondidos”, por meio dos quais os jogadores aprendem a usar o jogo, esperando-se melhores resultados com o avançar dos níveis.

Tsopra et al. (2019) (Artigo n. 12, International Journal of Medical Informatics) descrevem o processo de criação de um serious game desenvolvido para o treinamento de estudantes de medicina no âmbito da prescrição de antibióticos no atendimento primário. O jogo foi desenvolvido com a utilização de técnicas de gamificação (pontuação, premiações e fases sequenciais) e de design de cartum, uma vez que o jogo possui um super-herói que ajuda os estudantes nas ações quando necessário. A interface com o usuário ocorre por meio de personagens de cartum que reagem às ações de acordo com o nível de acerto do usuário. O jogo é baseado em casos clínicos a serem conduzidos pelo jogador.

Tsoy et al. (2019) (Artigo n. 14, Academic Medicine) descrevem o processo de desenvolvimento e criação do serious game GridlockEd, que visa o ensino da condução de múltiplos pacientes num ambiente de emergência hospitalar. O artigo descreve as etapas desse desenvolvimento (pesquisa, desenvolvimento inicial e aprimoramento da qualidade do jogo) e as particularidades de cada uma dessas etapas.

Agudelo-Londoño et al. (2019) (Artigo n. 16, Games for Health Journal) descrevem o processo de criação e desenvolvimento de um serious game, CODIFICO, cujo objetivo pedagógico é ensinar a alunos de graduação de medicina o uso do CID 10, um livro de codificação de patologias. Os autores baseiam-se em propostas humanistas, que focam a aprendizagem no aluno, e construtivista, uma vez que o jogo propõe a resolução de um problema da vida real como estratégia para a descoberta do conhecimento (Wu, 2011).

4.3 CATEGORIA III: AFERIÇÃO DA EFICÁCIA DO USO DOS SERIOUS GAMES COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM

A terceira categoria definida abordou a avaliação da eficácia dos serious games desenvolvidos no processo de aprendizagem. Dos 16 artigos selecionados, 15 abordaram este tema. Na abordagem quantitativa, a maior parte dos artigos usou a aplicação de pré e pós-testes como ferramenta de avaliação da aprendizagem.

Lorenzo-Alvarez et al. (2019) (Artigo 2) selecionaram 197 alunos de graduação em Medicina e os dividiram em dois grupos. O primeiro contou com 97 participantes, que, além do estudo por meio das metodologias habituais de ensino, foram convidados a jogar o League of Rays, criado para o ensino de anatomia e sinais radiológicos. O segundo grupo contou com 107 participantes, os quais trabalharam o conteúdo com metodologias habituais, exclusivamente. Um mês após a exposição ao jogo, os dois grupos participaram de uma revisão dos conteúdos abordados, aplicando-se um teste de múltipla escolha sobre esses conteúdos. Em seguida, foram comparados os resultados obtidos entre os dois grupos e, de forma adicional, as notas obtidas ao final do estágio de radiologia, a fim de avaliar a absorção de conhecimentos a longo prazo.

Middeke et al. (2020) (Artigo n. 3, periódico da Society for Simulations in Healthcare) demonstraram que os serious games podem ser usados como ferramenta de desenvolvimento de raciocínio clínico por exposição repetitiva do jogador a casos clínicos comuns nos serviços de emergência. Também afirmaram que o raciocínio clínico pode ser utilizado na condução de casos semelhantes, por meio do conceito de conhecimento transferível (Norman, 2005). Todavia a validade do estudo é prejudicada pela não realização de pré-teste para o nivelamento dos participantes.

Mohan et al. (2017) (Artigo n. 5) demonstraram as mudanças comportamentais nos jogadores do serious game Night Shift, representadas pelo menor número de casos de pacientes traumatizados com lesões subestimadas. Nesse artigo, também se avaliou a mudança comportamental a longo prazo, com a reavaliação dos participantes e a constatação da persistência das mudanças comportamentais.

Chon et al. (2019) (Artigo n. 6, JMIR Serious Games) avaliaram a aquisição de conhecimentos teóricos por meio da aplicação de um questionário antes (pré-teste) e depois (pós-teste) de os alunos terem jogado o EMERGE, um serious game no qual o aluno desenvolve ações em um departamento de emergência virtual. No jogo, um mentor digital apoia o aluno enquanto este lida com a interface e o tratamento de pacientes. Ao iniciar a simulação, os alunos recebem informações sobre o paciente encaminhado ao serviço de emergência. Os alunos, então, realizam o exame físico, avaliam o histórico do paciente, pedem exames complementares e, com os dados obtidos, devem fazer o diagnóstico e estabelecer o tratamento. A avaliação de conhecimentos procedurais (competências, habilidades clínicas e atitudes) foi realizada por meio da aplicação de um Exame Clínico Objetivo Estruturado (OSCE, um método utilizado para avaliação de competências clínicas por estudantes de medicina e

residentes), antes e após o jogo. Os resultados demonstraram que os alunos que usaram o EMERGE tiveram um ganho de conhecimentos teóricos, mas não de conhecimentos procedurais.

Haubruck et al. (2018) (Artigo n. 12, Journal of Medical Internet Research) avaliaram a aquisição de conhecimentos procedurais com o uso do serious game Touch Surgery por meio de um OSCE criado especificamente para a avaliação dos procedimentos de drenagem torácica, observando-se uma resposta satisfatória aos procedimentos requeridos para a realização da drenagem pelos estudantes que jogaram o Touch Surgery.

Diehl et al. (2017) (Artigo n. 13, Journal of Medical Internet Research) apresentaram os resultados obtidos após a aplicação do jogo InsuOnline, desenvolvido para o ensino de prescrição de insulina para diabéticos ao público de médicos não especialistas em endocrinologia: o jogo trouxe um significativo aumento de prescrições acertadas. A avaliação do acerto das prescrições foi realizada em três momentos: antes do jogo, imediatamente após o jogo e três meses após o jogo. O número de acertos aumentou, de forma significativa, imediatamente após o jogo, porém caiu após três meses, permanecendo superior ao número de acertos antes da intervenção.

Agudelo-Londoño et al. (2019) (Artigo n. 16) avaliaram a eficácia do CODIFICO por meio da aplicação de pré e pós-testes e não demonstraram um aumento significativo de conhecimentos dos alunos após o uso do jogo.

Alguns artigos também abordaram os serious games de forma qualitativa, aferindo a percepção dos estudantes sobre a experiência no jogo, a eficácia no processo de aprendizagem e o grau de satisfação com o método.

Byl, Suncksen e Teistler (2018) (Artigo n. 5) avaliaram o jogo desenvolvido apenas de forma qualitativa, utilizando o Questionário de Avaliação da Experiência pelo Usuário (UEQ). Os pesquisadores obtiveram resultados superiores a +0,8 (considerados bons) nas categorias atratividade, eficiência, estimulação e inovação; os resultados menores que +0,8 (neutros) ocorreram nas categorias perspicuidade (clareza e compreensão) e confiabilidade.

Mohan et al. (Artigo n. 5) também avaliaram o jogo de forma qualitativa, mostrando que cerca de 40% dos jogadores acharam a intervenção satisfatória e ofereceram feedbacks positivos a respeito do jogo, por eles considerado engajante; já aqueles com feedback negativo o consideraram enjoativo.

Chon et al. (Artigo n. 6) descrevem, de forma qualitativa, a avaliação feita por estudantes do EMERGE. Por meio da escala de Likert, os resultados obtidos mostraram satisfação com a qualidade, jogabilidade e design do jogo. Além disso, o estudo demonstrou que os estudantes têm um posicionamento favorável sobre o uso de serious games como ferramenta pedagógica.

Busari, Yaldiz e Verstegen (2018) (Artigo n. 7, Advances in Medical Education and Practice) avaliaram, de forma qualitativa, a aceitação por médicos residentes de um serious game criado para o ensino de técnicas gerenciais, de liderança e negociação. Os autores concluíram que os residentes que

já tinham experiências com video games mostraram-se mais animados com o uso de serious games como ferramenta educativa. As maiores preocupações dos residentes em relação ao desenvolvimento do jogo foram: ele deve ser realístico, direcionado e oferecer variabilidade de situações. Além disso, com os dados obtidos, postulou-se que os residentes preferem serious games que associem o ensino de habilidades gerenciais a casos clínicos.

Drummond, Hadchouel e Tesniere (2017) (Artigo n. 8) salientaram a escassez de dados relacionados ao uso dos serious games como instrumento pedagógico e a necessidade de classificação e avaliação da eficácia desses jogos por meio de um objeto de validação estruturado tal como proposto por Graafland et al. (2014).

Khan e Kapralos (2017) (Artigo n. 9) avaliaram de forma qualitativa a percepção de profissionais médicos em relação à usabilidade, ao engajamento e à satisfação do Fydlyty. Os resultados desse estudo revelaram que o serious game forneceu interface fácil mesmo para médicos com pouca ou nenhuma experiência com videogames. Foram relatados resultados satisfatórios em relação ao engajamento e à satisfação com o uso do dispositivo.

Haubruck et al. (2018) (Artigo n. 11) avaliaram o serious game de forma qualitativa, demonstrando um alto grau de satisfação dos usuários em relação ao jogo, os quais manifestaram interesse em continuar utilizando o dispositivo para outros treinamentos. Os autores também demonstraram que a satisfação dos usuários com o uso do serious game foi maior em relação ao uso das metodologias tradicionais de ensino.

Tsopra et al. (2019) (Artigo n. 12) avaliaram, qualitativamente, o serious game AntibioGame por meio do MEEGA+, um método estatístico apropriado para avaliações de jogos educacionais. Esse método avalia tanto a usabilidade quanto a experiência do jogador sob a perspectiva do aluno, usando uma escala explícita e avaliando vários fatores de qualidade, fornecendo uma pontuação global para o jogo (Djaouti et al., 2011). Os resultados obtidos demonstraram ampla satisfação dos estudantes com o AntibioGame.

Diehl et al. (2017) (Artigo n. 13) avaliaram, de forma qualitativa, fatores como usabilidade e engajamento ao jogo. Por meio da Escala de Likert, o grupo submetido ao serious game foi comparado ao grupo controle (submetido a atividade online sobre o mesmo tema), observando-se resultados mais satisfatórios no primeiro.

A avaliação de critérios como usabilidade, fidelidade, aceitabilidade e aplicabilidade foi descrita por Tsoy et al. (2019) (Artigo n. 14) em relação ao jogo GridlockED. Essa avaliação foi realizada de forma qualitativa imediatamente após a intervenção, e os resultados obtidos foram promissores: os jogadores descreveram ampla satisfação com o jogo e afirmaram que recomendariam seu uso para fins educativos.

4.4 CATEGORIA IV: COMPARAÇÃO DE USO DE SERIOUS GAMES COM OUTROS MÉTODOS DE ENSINO

Awan et al. (2019) (Artigo n. 1) salientaram que, a despeito do aumento do uso dos serious games na educação médica, ainda são poucas as publicações que discorrem sobre os resultados pedagógicos dessas ferramentas. Os autores citam uma pesquisa realizada com estudantes de business avaliados com pré e pós-testes que mostra os efeitos pedagógicos benéficos em termos de aquisição de conteúdo com o uso dos serious games (Van Staaldouin, 2010), mas ressaltam a escassez de dados específicos sobre a eficácia do uso desses jogos na educação médica, em especial na área de radiologia.

Mohan et al. (2017) (Artigo n. 5) compararam a mudança de comportamento necessária para reduzir a subestimação das lesões traumáticas em profissionais de serviços não especializados em trauma entre um grupo de médicos que jogaram o serious game proposto e outro composto por médicos submetidos ao uso de um aplicativo didático tradicional. Os autores demonstraram melhores resultados tanto a curto como a longo prazo no grupo que usou o serious game.

Haubruck et al. (2018) (Artigo n. 11) compararam os conhecimentos adquiridos com a utilização do serious game Touch Surgery na realização de drenagem torácica com um grupo controle submetido apenas a aula teórica padrão. O método utilizado nessa comparação foi um OSCE criada exclusivamente para a avaliação do desempenho de alunos nesse procedimento, observando-se melhor performance nos alunos que utilizaram o jogo.

Diehl et al. (2017) (Artigo n. 13) descreveram o aumento do número de acertos na prescrição de insulina por médicos não especialistas em endocrinologia em dois grupos distintos. Um foi submetido a um jogo desenhado especificamente para este propósito (InsuOnline); o outro foi submetido a uma atividade online sobre o mesmo tema incluída no Programa de Educação Continuada. Os autores observaram resultados semelhantes nos dois grupos em relação aos dados coletados imediatamente após as intervenções, porém houve mais acertos no grupo submetido ao jogo na avaliação realizada três meses depois.

Drummond et al. (Artigo n. 15) compararam o critério de eficácia entre um serious game desenvolvido para o treinamento da pré-simulação em uma situação de parada cardiorrespiratória (Staying Alive) e um treinamento online sobre o mesmo tema, com aulas gravadas. O artigo não demonstrou superioridade do serious game em relação às aulas em termos de aquisição de habilidades na situação abordada.

5 CONCLUSÃO

Os artigos selecionados nesta revisão integrativa mostram que o uso de serious games na educação aumenta a satisfação do estudante e o ganho de conhecimentos quando comparado a metodologias tradicionais de ensino (Davids; Chikte; Halperin, 2011; Gleason, 2015). Os serious

games podem ser usados para o desenvolvimento de habilidades práticas em um ambiente seguro, com graus de dificuldade progressivos, levando à interatividade e à competição (Cook et al., 2011; Roberts; Newman; Schwartzstein, 2012; Morris et al., 2013). O uso das técnicas de gamificação mantém os estudantes motivados e engajados no processo de aprendizagem. Além disso, a possibilidade de jogar de acordo com sua própria disponibilidade, a possibilidade de repetição dos processos e o feedback em tempo real, princípios fundamentais nas teorias de educação de adultos, estão presentes nos serious games. Apesar do entusiasmo com o uso desses jogos na educação, os artigos avaliados apontam a necessidade de melhor avaliar as bases pedagógicas relacionadas à sua criação. Assim, uma fundamentação teórica a respeito dos princípios pedagógicos utilizados para a criação dos serious games é de fundamental importância para sua validação.

Estudos apontam que os efeitos educativos dos serious games podem ser explicados sob diferentes perspectivas pedagógicas, conforme apresentadas a seguir:

- a) a proposta behaviorista: a aprendizagem ocorre pela realização de tarefas, com transmissão de conhecimentos;
- b) proposta cognitiva: os estudantes absorvem e transformam as informações que precisam ser entendidas;
- c) proposta humanista: o processo de aprendizado é centrado na pessoa baseado em valores e intenções com participação ativa do estudante;
- d) proposta construtivista: a aquisição de conhecimentos por meio da resolução de problemas e interação social.

Vale observar, entretanto, que a real ligação entre as propostas pedagógicas e o processo de criação dos jogos ainda é pouco estudada.

O uso de serious games como plataformas educativas vai ao encontro de inúmeros objetivos da aprendizagem nas Ciências da Saúde. Nesse sentido, compartilham as mesmas vantagens do uso de simuladores para treinamento de estudantes, permitindo a prática em ambientes seguros e sem expor os pacientes a riscos, padroniza os treinamentos e estimula a aquisição de conhecimentos específicos de maneira mais econômica e com maior alcance (Wang et al., 2016).

Apesar das vantagens propagadas sobre o uso dos serious games para a educação médica, o seu desenvolvimento é complexo e há muitos empecilhos a serem transpostos. O desenvolvimento de um serious game para a educação médica requer conhecimentos nas áreas de medicina, educação e tecnologia da informação, atendendo aos requisitos básicos de um jogo: modelagem, design específico e sistema de pontuação (Olszewski; Wolbrink., 2016).

Além disso, uma revisão sistemática conduzida por Wang et al. (2016) mostrou que, apesar da vasta abrangência dos objetivos a serem alcançados com o uso dos serious games no âmbito da



educação médica, a qualidade desses jogos – considerando-se princípios pedagógicos, design e desenvolvimento – ainda é heterogênea, sendo necessária a criação de algoritmos para seu desenvolvimento, validação e distribuição.



REFERÊNCIAS

ABT, C. C. Serious games. Nova Iorque: Viking Press, 1987.

AGUDELO-LONDOÑO, S. et al. Development and evaluation of a serious game for teaching ICD-10 diagnosis coding to medical students. *Games Health J.*, v. 8, n. 5, p. 349-356, out. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/g4h.2018.0101>. Acesso em: 15 jun. 2024.

AWAN, O. et al. Making learning fun: gaming in radiology education. *Acad. Radiol.*, v. 26, n. 8, p. 1127-1136, ago. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.acra.2019.02.020>. Acesso em: 15 jun. 2024.

BRIGHAM, T. J. An introduction to gamification: adding game elements for engagement. *Med Ref Serv Q.*, v. 34, n. 4, p. 471-480, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02763869.2015.1082385>. Acesso em: 13 jun. 2024.

BUSARI, J. O.; YALDIZ, H.; VERSTEGEN, D. Serious games as an educational strategy for management and leadership development in postgraduate medical education - an exploratory inquiry. *Adv. Med. Educ. Pract.*, v. 13, n. 9, p. 571-579, ago. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2147/amep.s171391>. Acesso em: 15 jun. 2024.

BYL, B.; SUNCKENS, M.; TEISTTLER, M. A serious virtual reality game to train spatial cognition for medical ultrasound imaging. In: *IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERIOUS GAMES AND APPLICATIONS FOR HEALTH (SEGAH)*, 6., 2018, Viena (Áustria). Proceedings. Viena: IEEE, 2018. p. 1-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/SeGAH.2018.8401365>. Acesso em: 13 jun. 2024.

BRIGHAM, T. J. An introduction to gamification: adding game elements for engagement. *Med Ref Serv Q.*, v. 34, n. 4, p. 471-480, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02763869.2015.1082385>. Acesso em: 26 jun. 2024.

CHON, S-H. et al. Serious games in surgical medical education: a virtual emergency department as a tool for teaching clinical reasoning to medical students. *JMIR Serious Games*, v. 7, n. 1, e13028, jan./mar. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/13028>. Acesso em: 15 jun. 2024.

COOK, D. A. et al. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*, v. 306, n. 9, p. 978-988, set. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jama.2011.1234>. Acesso em: 26 jun. 2024.

DIEHL, L. et al. InsuOnline, an electronic game for medical education on insulin therapy: a randomized controlled trial with primary care physicians. *J. Med. Internet Res.*, v. 19, n. 3, e72, mar. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/jmir.6944>. Acesso em: 15 jun. 2024.

DAVIDS, M. R.; CHIKTE, U. M.; HALPERIN, M. L. Development and evaluation of a multimedia e-learning resource for electrolyte and acid-base disorders. *Adv. Physiol. Educ.*, v. 35, n. 3, p. 295-306, set. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1152/advan.00127.2010>. Acesso em: 26 jun. 2024.

DICHEV, C.; DICHEVA, D. Gamifying education: What is known, what is believed and what is uncertain: a critical review. *Int. J. Educ. Tech. High. Educ.*, v. 14, n. 9, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5>. Acesso em: 13 jun. 2024.



DJAOUTI D, A. J.; JESSEL, J. Classifying serious games: The G/P/S model. In: FELICIA, P. (org.). Handbook of research on improving learning and motivation through educational games: multidisciplinary approaches. Pensilvânia: IGI Global, 2011. p. 118-136.

DRUMMOND, D. et al. Serious game versus online course for pretraining medical students before a simulation-based mastery learning course on cardiopulmonary resuscitation: A randomised controlled study. *Eur. J. Anaesthesiol.*, v. 34, n. 12, p. 836-844, dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/eja.0000000000000675>. Acesso em: 15 jun. 2024.

DRUMMOND, D.; HADCHOUEL, A.; TESNIÈRE, A. Serious games for health: three steps forwards. *Advances in Simulation*, v. 2, p. 3, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41077-017-0036-3>. Acesso em: 15 jun. 2024.

GEE, J. P. What video games have to teach us about learning and literacy. New York: Palgrave Macmillan, 2003.

GLEASON, A. W. RELM: developing a serious game to teach evidence-based medicine in an academic health sciences setting. *Med Ref Serv Q.*, v. 34, n. 1, p. 17-28, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02763869.2015.986709>. Acesso em: 26 jun. 2024.

GRAAFLAND, M. et al. How to systematically assess serious games applied to health care. *JMIR Serious Games*, v. 2, n. 2, e11, jul./dez. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/Fgames.3825>. Acesso em: 13 jun. 2024.

HAUBRUCK, P. et al. Evaluation of app-based serious gaming as a training method in teaching chest tube insertion to medical students: randomized controlled trial. *J. Med. Internet Res.*, v. 20, n. 5, e195, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/jmir.9956>. Acesso em: 15 jun. 2024.

JABAREEN, Y. Building a conceptual framework: philosophy, definitions, and procedure. *International Journal of Qualitative Methods*, v. 8, n. 4, p. 49-62, dez. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/160940690900800406>. Acesso em: 13 jun. 2024.

KHAN, Z.; KAPRALOS, B. A low-fidelity serious game for medical-based cultural competence education. *Health Informatics J.*, v. 25, n. 3, p. 632-648, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1460458217719562>. Acesso em: 15 jun. 2024.

KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

KAROU, K. 5 video game principles that motivate endless play and learning. *Mind Research*, 2018. Disponível em: <https://blog.mindresearch.org/blog/video-game-principles-play-learning>. Acesso em: 13 jun. 2024.

LORENZO-ALVAREZ, R. et al. Game-based learning in virtual worlds: A multiuser online game for medical undergraduate radiology education within Second Life. *Anat Sci Educ.*, v. 13, n. 5, p. 602-617, set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ase.1927>. Acesso em: 15 jun. 2024.

MIDDEKE, et al. Transfer of clinical reasoning trained with a serious game to comparable clinical problems. *Simul. Healthc.*, v. 15, n. 2, p. 75-81, abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/sih.0000000000000407>. Acesso em: 15 jun. 2024.



MOHAN, D. et al. Efficacy of educational video game versus traditional educational apps at improving physician decision making in trauma triage: randomized controlled trial. *BMJ*, v. 12, n. 359, j5416, dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.j5416>. Acesso em: 15 jun. 2024.

MORRIS, et al. Gaming science: The gamification of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, v. 4, p. 607, 8 set. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>. Acesso em: 26 jun. 2024.

MUNRO, A.; CLARK, R. E. Cognitive task analysis-based design and authoring software for simulation training. *Mil. Med.*, v. 178, n. 7, p. 7-14, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.7205/milmed-d-13-00265>. Acesso em: 13 jun. 2024.

NORMAN, G. Research in clinical reasoning: past history and current trends. *Med. Educ.*, v. 39, n. 4, p. 418-427, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2005.02127.x>. Acesso em: 13 jun. 2024.

OLSZEWSKI, A. E.; WOLBRINK, T. A. Serious gaming in medical education: A proposed structured framework for game development. *Simul. Healthc.*, v. 12, n. 4, p. 240-253, ago. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000212>. Acesso em: 26 jun. 2024.

PETERS, M. L. et al. Manipulating optimism: Can imagining a best possible self be used to increase positive future expectancies? *The Journal of Positive Psychology*, v. 5, n. 3, p. 204-211, maio 2010. Disponível em: <http://doi.org/10.1080/17439761003790963>. Acesso em: 26 jun. 2024.

PETERSEN, S. E.; POSNER, M. I. The attention system of the human brain: 20 years after. *Annu. Rev. Neurosci.*, v. 35, p. 73-87, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3413263/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: classic definitions and new directions. *Contemp. Educ. Psychol.*, n. 25, p. 54-67, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>. Acesso em: 13 jun. 2024.

ROBERTS, D. H.; NEWMAN, L.; SCHWARTZSTEIN, R. Twelve tips for facilitating Millennials' learning. *Med. Teach.*, v. 34, n. 4, p. 274-278, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/0142159x.2011.613498>. Acesso em: 26 jun. 2024.

SANFEY, A. G. et al. Neuroeconomics: cross-currents in research on decision-making. *Trends Cogn. Sci.*, n. 10, p. 108-116, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.01.009>. Acesso em: 13 jun. 2024.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein*, v. 8, n. 1, p. 102-106, jan./mar. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>. Acesso em: 26 jun. 2024.

TAN, J. W.; ZARY, N. Diagnostic markers of user experience, play, and learning for digital serious games: A conceptual framework study. *JMIR Serious Games*, v. 16, n. 7, e14620, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2196/14620>. Acesso em: 15 jun. 2024.

TSOPRA, R. et al. AntibioGame®: A serious game for teaching medical students about antibiotic use. *Int. J. Med. Inform.*, v. 136, 104074, abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104074>. Acesso em: 15 jun. 2024.



TSOY, D. et al. Creating GridlockED: A serious game for teaching about multipatient environments. *Acad. Med.*, v. 94, n. 1, p. 66-70, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/acm.0000000000002340>. Acesso em: 15 jun. 2024.

VAN ROY, R.; ZAMAN, B. Why gamification fails in education—and how to make it successful. Introducing 9 gamification heuristics based on self-determination theory. In: MA, M.; OIKONOMOU, A. (org.). *Serious Games and Edutainment Applications*, vol II. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 485–509.

VAN STAALDUINEN, J. P. A first step towards integrating educational theory and game design. In: FELICIA, P. (org.). *Handbook of Research on Improving Learning and Motivation through Educational Games: Multidisciplinary Approaches*. Pensilvânia: IGI Global, 2011. p. 98-117.

WANG, R. et al. A systematic review of serious games in training health care professionals. *Simul. Healthc.*, v. 11, n. 1, p. 41-51, fev. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1097/SIH.0000000000000118>. Acesso em: 26 jun. 2024.

WILLIAMSON, K. B.; GUNDERMAN, R. B.; COHEN, M. D.; FRANK, M. S. Learning theory in radiology education. *Radiology*, v. 233, n. 1, p. 15-18. Disponível em: <https://doi.org/10.1148/radiol.2331040198>. Acesso em: 26 jun. 2024.

WU, W. et al. Investigating the learning theory foundations of game-based learning: A meta-analysis. *J. Comput. Assisted Learn.*, v. 28, n. 3, p. 265-279, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00437.x>. Acesso em: 13 jun. 2024.